

Centrum Badań Kosmicznych PAN
Projekt „Od śrubki do satelity - dobre praktyki w nauczaniu fizyki w
gimnazjach oraz fizyki z elementami astronomii w szkołach ponadgimnazjalnych”,
realizowany w ramach programu ERASMUS+ - Partnerstwa Strategiczne
Nr umowy: 2015-1-PL01-KA201-016801

FIZYKA

ZAKRES ROZSZERZONY

Elżbieta Kawecka

**AUTORSKI PROGRAM NAUCZANIA
DLA SZKÓŁ PONADPODSTAWOWYCH
UDOSTĘPNIANY NA LICENCJI **CREATIVE COMMONS BY-SA 4.0****

Warszawa 2018

Spis treści

I. Wstęp	2
II. Odniesienia do podstawy programowej kształcenia ogólnego	3
III. Cele kształcenia i wychowania.....	9
IV. Treści nauczania i przewidywane osiągnięcia uczniów	11
Moduł 1. Ruch punktu materialnego	11
Moduł 2. Energia mechaniczna	16
Moduł 3. Mechanika bryły sztywnej	17
Moduł 4. Grawitacja.....	19
Moduł 5. Termodynamika.....	21
Moduł 6. Drgania i fale mechaniczne	24
Moduł 7. Pole elektryczne.....	28
Moduł 8. Prąd stały	31
Moduł 9. Magnetyzm, indukcja elektromagnetyczna	33
Moduł 10. Fale elektromagnetyczne, optyka	37
Moduł 11. Fizyka atomowa.....	40
V. Polecane narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK)	42
VI. Procedury osiągania szczegółowych celów edukacyjnych	46
VII. Kryteria oceny i metody sprawdzania osiągnięć ucznia.....	49
VIII. Przykładowy rozkład godzin	50
Aneks 1. Wykaz projektów	54
Aneks 2. Akty prawne	56

I. Wstęp

Autorski program FIZYKA ZAKRES ROZSZERZONY przeznaczony jest dla klas DRUGICH I TRZECICH (oraz CZWARTYCH w przypadku techników) szkół ponadgimnazjalnych i ma charakter innowacyjny. Zawiera propozycję nauczania fizyki z wykorzystaniem licznych doświadczeń i pokazów, narzędzi technologii informacyjnej oraz interdyscyplinarnych projektów edukacyjnych, ukazujących praktyczne zastosowanie praw fizyki i ich powiązanie z innymi dziedzinami. Program został opracowany w ramach projektu „Od śrubki do satelity”, który jest odpowiedzią na aktualne problemy związane z nauczaniem fizyki w polskich szkołach.

Koncepcja programu wynika z następujących potrzeb edukacyjnych:

- a) zwiększenia zainteresowania uczniów nauką fizyki w dalszym kształceniu np. w ramach studiów technicznych,
- b) ukazania fizyki jako interesującego przedmiotu, umożliwiającego zrozumienie praw przyrody, nowych technologii i zasad działania podstawowych urządzeń technicznych,
- c) wykorzystania nowych technologii w edukacji,
- d) kształcenia umiejętności pracy zespołowej, odpowiedzialności za realizację powierzonych zadań poprzez realizację projektów edukacyjnych.

Program fizyki w zakresie rozszerzonym jest realizowany po zakończeniu kursu fizyki w zakresie podstawowym. Przedmiot ten jest wybierany przez uczniów zainteresowanych fizyką, którzy planują wybór tego przedmiotu na egzaminie maturalnym i dalsze kształcenie na kierunkach ścisłych. Na realizację treści programu przewidziano łącznie 240 godzin, w ramach przedmiotu: *Fizyka*.

Od 1 września 2017 zaczęło się wdrażanie reformy edukacji. Rozpoczęto wygaszanie gimnazjów, a uczniowie zreformowanej szkoły podstawowej rozpoczęli naukę fizyki w klasie VII. Przez kolejne dwa lata (w roku szkolnym 2018/19 i 2019/20) uczniowie rozpoczynający naukę w szkołach ponadgimnazjalnych będą pracować według programów nauczania opartych na starej podstawie programowej. 31 stycznia 2018 została opublikowana nowa podstawa programowa dla szkół ponadpodstawowych, która będzie wdrażana od roku szkolnego 2019/20.

Przy opracowaniu programu uwzględniono elementy podstawy programowej w zakresie przedmiotu fizyka IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony, zawarte w Załączniku nr 4 (*Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia uzyskanie świadectwa dojrzałości po zdaniu egzaminu maturalnego*) Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dziennik Ustaw z dnia 30 sierpnia 2012 r., poz. 977).

Niniejszy program łączy nauczanie fizyki z problematyką badań kosmicznych i astronomii. Ważną cechą programu jest wspomaganie nauczania fizyki za pomocą narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych. Uczniowie będą poznawać prawa fizyki poprzez realizację projektów edukacyjnych łączących treści z różnych działów fizyki, przewidzianych w podstawie programowej, oraz ich zastosowania w badaniach kosmosu i innych naukach przyrodniczych. Odpowiednio dobrane narzędzia i środki technologii informacyjno-komunikacyjnych ułatwią im nie tylko wyszukiwanie i selekcję informacji, ale także odkrywanie, rozumienie i interpretację zjawisk fizycznych. Interdyscyplinarny charakter projektów zachęca uczniów do rozwijania różnych zainteresowań, motywuje do kreatywnego działania i współpracy. Zmieniona zostanie rola nauczyciela z tradycyjnego wykładowcy (w centrum procesu edukacyjnego) na doradcę i przewodnika uczniów.

Program nauczania został podzielony na jedenaście modułów, zawierające treści zgodne z obowiązującą podstawą programową. Zaproponowany podział treści można realizować przy różnym tygodniowym wymiarze godzin. W przypadku liceum ogólnokształcącego proponuje się 5 godzin tygodniowo w klasie drugiej (150 godzin) i 4 godziny tygodniowo (90 godzin) w klasie trzeciej. W przypadku technikum 5 godzin tygodniowo w klasie trzeciej (150 godzin) i 4 godziny tygodniowo (90 godzin) w klasie czwartej.

II. Odniesienia do podstawy programowej kształcenia ogólnego

Program spełnia następujące wymagania zawarte w Załączniku nr 4 (Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia uzyskanie świadectwa dojrzałości po zdaniu egzaminu maturalnego) Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dziennik Ustaw z dnia 30 sierpnia 2012 r. , poz. 977).

FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
- II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
- III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania - wymagania szczegółowe

1. Ruch punktu materialnego. Uczeń:

- 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);
- 2) opisuje ruch w różnych układach odniesienia;
- 3) oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej;
- 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu;
- 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;
- 6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego;
- 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona;
- 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
- 9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał;
- 10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu;
- 11) wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym;
- 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał;
- 13) składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych;
- 14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyśpieszenia dośrodkowego;
- 15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

2. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:

- 1) rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności;
- 2) rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności;
- 3) oblicza momenty sił;
- 4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił);
- 5) wyznacza położenie środka masy;
- 6) opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowa, przyspieszenie kątowe);
- 7) analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił;
- 8) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu;
- 9) uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.

3. Energia mechaniczna. Uczeń:

- 1) oblicza pracę siły na danej drodze;
- 2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym;
- 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu;
- 4) oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność;
- 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.

4. Grawitacja. Uczeń:

- 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi;
- 2) rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego;
- 3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego;
- 4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
- 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej;
- 6) wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich;
- 7) oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi;
- 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych;
- 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.

5. Termodynamika. Uczeń:

- 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
- 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną;
- 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego;
- 4) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek;
- 5) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła;
- 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej;
- 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych;
- 8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- 9) interpretuje drugą zasadę termodynamiki;
- 10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę;

- 11) odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy;
- 12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:

- 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznym), podaje przykłady takiego ruchu;
- 2) oblicza energię potencjalną sprężystości;
- 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego;
- 4) interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym;
- 5) opisuje drgania wymuszone;
- 6) opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach;
- 7) stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu;
- 8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością;
- 9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków;
- 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego;
- 11) wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa;
- 12) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie;
- 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.

7. Pole elektryczne. Uczeń:

- 1) wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi;
- 2) posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego;
- 3) oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego;
- 4) analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków;
- 5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego;
- 6) przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola;
- 7) opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami;
- 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora;
- 9) oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne;
- 10) oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora;
- 11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym;
- 12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

8. Prąd stały. Uczeń:

- 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego;
- 2) oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne;
- 3) rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma;
- 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych;
- 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle;
- 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze;
- 7) opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.

9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:

- 1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 2) oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym;
- 4) opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne;
- 5) opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych;
- 6) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym;
- 7) opisuje zasadę działania silnika elektrycznego;
- 8) oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię;
- 9) analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym;
- 10) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej;
- 11) stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego;
- 12) opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora;
- 13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne);
- 14) opisuje zjawisko samoindukcji;
- 15) opisuje działanie diody jako prostownika.

10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:

- 1) opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań;
- 2) opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła;
- 3) opisuje doświadczenie Younga;
- 4) wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej;

- 5) opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator;
- 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków;
- 7) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny;
- 8) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających;
- 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.

11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:

- 1) opisuje założenia kwantowego modelu światła;
- 2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki;
- 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy;
- 4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego;
- 5) określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek.

12. Wymagania przekrojowe

Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki, uczeń:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi;
- 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych);
- 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem;
- 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu;
- 5) dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana);
- 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej);
- 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku;
- 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

13. Wymagania doświadczalne

Uczeń przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych poniżej badań polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczących:

- 1) ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przy spieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym);
- 2) ruchu wahadła (np. wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego);
- 3) ciepła właściwego (np. wyznaczenie ciepła właściwego danej cieczy);
- 4) kształtu linii pól magnetycznego i elektrycznego (np. wyznaczenie pola wokół przewodu w kształcie pętli, w którym płynie prąd);
- 5) charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, ewentualnie diody (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności $I(U)$);
- 6) drgań struny (np. pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny);
- 7) dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD);
- 8) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego);
- 9) obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie).

III. Cele kształcenia i wychowania

A) wiadomości

Uczeń:

- poznaje zjawiska fizyczne oraz rządzące nimi prawa i zależności;
- poznaje nowe wielkości fizyczne i ich jednostki;
- dostrzega rolę doświadczeń i pokazów w rozumieniu praw fizyki;
- rozpoznaje poznane zjawiska fizyczne w otaczającej rzeczywistości;
- dostrzega rolę matematyki i technologii informacyjno-komunikacyjnych w opisie i wyjaśnianiu zjawisk fizycznych oraz analizie i prezentacji danych doświadczalnych;
- wykorzystuje poznaną wiedzę do weryfikacji poprawności tekstów popularnonaukowych;
- dostrzega rolę fizyki w wyjaśnianiu i odkrywaniu praw przyrody;
- dostrzega znaczenie rozwoju fizyki dla rozwoju techniki i nowych technologii oraz informatyki.

B) umiejętności

Uczeń:

- opisuje poznane zjawiska fizyczne stosując poprawną terminologię, odpowiednie wielkości fizyczne i ich jednostki;

- planuje i przeprowadza doświadczenia wymagane w podstawie programowej;
- samodzielnie sporządza wykresy zależności między badanymi wielkościami fizycznymi z uwzględnieniem niepewności pomiarowych;
- dopasowuje prostą do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; wyznacza wartości parametrów dopasowanej prostej;
- opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru;
- wyciąga wnioski z obserwacji, doświadczeń, pokazów;
- rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe, poprawnie przelicza jednostki;
- szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie ocenia jego realność;
- rozumie i poddaje krytycznej analizie teksty popularno-naukowe, poprawnie formułuje pytania oraz logicznie argumentuje; szuka argumentacji poprzez udział w dyskusji;
- prezentuje własne stanowisko odnosząc się do poznanych praw i zależności fizycznych;
- poszukuje możliwości rozwiązania zadań doświadczalnych lub problemowych podczas realizacji projektu edukacyjnego, współpracuje z członkami zespołu zadaniowego;
- przyjmuje różne role podczas pracy w grupie,
- wykorzystuje narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych do prowadzenia symulacji zjawisk fizycznych, modelowania, rejestracji, przetwarzania i analizy danych pomiarowych oraz prezentacji, wyszukiwania i selekcji informacji;
- omawia zasadę działania wybranych przyrządów lub urządzeń technicznych na podstawie schematu, symulacji lub opisu.

C) wychowania

Uczeń:

- posiada świadomość niezbędności i użyteczności wiedzy fizycznej i jej zastosowania w wyjaśnianiu praw przyrody i działania urządzeń technicznych;
- rozumie konieczność planowania i wykonywania doświadczeń i pokazów oraz interpretacji uzyskanych wyników;
- jest inspirowany do nieustannego poszerzania swej wiedzy;
- rozumie znaczenie pracy w grupie i konieczność harmonijnej współpracy wszystkich członków zespołu;
- posiada świadomość odpowiedzialności za wykonanie powierzonych zadań;
- jest otwarty na poglądy innych;
- wykazuje postawę poszanowania i tolerancji wobec odmiennych poglądów;
- dostrzega znaczenie fizyki w rozwoju nauki, techniki i gospodarki.

IV. Treści nauczania i przewidywane osiągnięcia uczniów

Moduł 1. Ruch punktu materialnego

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Ruch i jego względność	Względność ruchu.	<ul style="list-style-type: none"> - Wyjaśnia pojęcia: wektor położenia, tor ruchu, droga, wektor prędkości; - Podaje przykłady względności ruchu; - Wykonuje proste działania na wektorach o tym samym kierunku; - Oblicza prędkość względną przy ruchu wzdłuż linii prostej; - Omawia przebieg wykresu zmian położenia dla ruchu prostoliniowego przy wyborze różnych układów odniesienia. 	1.1, 1.2, 1.3, 13.1	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja ruchu prostoliniowego przy wyborze różnych układów odniesienia. <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie ruchu metodą wideopomiarów przy wyborze różnych układów odniesienia (program Tracker); - Rejestracja ruchu za pomocą ultradźwiękowego czujnika położenia; - Analiza wyników pomiaru za pomocą arkusza kalkulacyjnego;
2 - 4	Ruch jednostajnie zmienny	Badanie i opis ruchu jednostajnie zmiennego, wyznaczanie przyspieszenia.	<ul style="list-style-type: none"> - Zna i stosuje zależności matematyczne do obliczania drogi, prędkości i przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym; - Bada doświadczalnie ruch jednostajnie zmienny; - Sporządza wykresy zależności położenia, współrzędnych 	1.4, 1.5, 1.6, 13.1	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie ruchu jednostajnego i jednostajnie zmiennego, wyznaczanie przyspieszenia *)¹ - Doświadczenie „Galileusz” – wyznaczanie przyspieszenia, ocena niepewności pomiarowych - Multimedialny podręcznik e-Fizyka” tom II, doświadczenie 1.6;

¹ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

			<p>prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym prostoliniowym;</p>		<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie ruchu metodą wideopomiarów (program Tracker), tworzenie i analiza wykresów położenia, współrzędnych prędkości i przyspieszenia (np. ruch ciała w dół równi pochyłej, ruch wyrzuconej do góry piłki); - Rejestracja ruchu za pomocą ultradźwiękowego czujnika położenia, interpretacja wykresów parametrów ruchu; - Arkusz kalkulacyjny; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Od rzutu piłką po kosmiczne skoki - Od śrubki... do szkolnej stacji na Marsie
5 - 7	Zasady dynamiki Newtona	Opis ruchu w oparciu o zasady dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje ruch jednostajny prostoliniowy w oparciu o pierwszą zasadę dynamiki; - Stosuje drugą zasadę dynamiki do wyjaśnienia ruchu ciał pod wpływem stałej niezrównoważonej siły; - Stosuje III zasadę dynamiki; - Bada doświadczalnie II zasadę dynamiki; - Stosuje zasady dynamiki do budowy modelu ruchu jednostajnego i jednostajnie zmiennego; 	1.7, 1.8, 1.9	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zależności przyspieszenia od działającej siły i masy ciała (np. tor powietrzny, wózek, obciążniki, bloczek); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doświadczenie z wykorzystaniem czujników siły i przyspieszenia - Badanie zależności przyspieszenia od działającej siły i masy ciała; - Arkusz kalkulacyjny lub program do modelowania – budowa modelu ruchu jednostajnego i jednostajnie zmiennego; <p>Projekty edukacyjne</p>

					<ul style="list-style-type: none"> - Od rzutu piłką po kosmiczne skoki - Od śrubki... do szkolnej stacji na Marsie - Oblicza grawitacji
8 - 9	Ruch ciał po równi pochyłej	Siła tarcia, równia pochyła, składanie i rozkładanie sił działających wzdłuż prostych nierównoległych	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza wartość siły tarcia; - Rysuje rozkład sił działających na ciało na równi pochyłej; - Wyznacza współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego wybraną metodą; - Omawia skutki istnienia siły tarcia w przyrodzie i technice; - 	1.8, 1.9, 1.12, 1.13	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyznaczanie współczynnika tarcia za pomocą równi pochyłej; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyznaczanie współczynnika tarcia na podstawie filmu przedstawiającego hamowanie ciała (metoda wideopomiarów – Tracker); - Rejestracja ruchu za pomocą czujnika położenia lub przyspieszenia; - E-Doświadczenie „Równia pochyła” - Symulacja PhET „Równia pochyła-siły i ruch”;
10-11	Modelowanie i symulacja ruchu	Opory ruchu, modelowanie ruchu	<ul style="list-style-type: none"> - Buduje model ruchu z uwzględnieniem sił oporu; - Stosuje zasady dynamiki do budowy modelu; - Prowadzi symulację zmieniając parametry modelu; - Porównuje wyniki modelowania z wynikami doświadczeń; 	1.4, 1.5, 1.7, 1.8. 1.9	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arkusz kalkulacyjny lub program do modelowania – budowa modelu skoku ze spadochronem; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Od rzutu piłką po kosmiczne skoki
12-13	Zasada zachowania pędu	Zderzenia niesprężyste, zjawisko odrzutu	<ul style="list-style-type: none"> - Rozumie wektorowy charakter pędu; - Stosuje zasadę zachowania pędu do wyjaśnienia zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu, oblicza prędkości ciał; 	1.10	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zderzeń niesprężystych wózków na torze powietrznym; - Obserwacja zjawiska odrzutu (np. ruch balonu przy wypuszczaniu powietrza)

			<ul style="list-style-type: none"> - Omawia wykorzystanie zjawiska odrzutu podczas ruchu rakiet kosmicznych. 		<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza zderzeń niesprężystych metodą wideopomiarów; - Obserwacja filmów ze startu rakiet kosmicznych; - Analiza (lub budowa) modelu startu rakiety z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego lub programu do modelowania;
14 - 15	Zapnij pasy	Układy inercjalne i nieinercjalne, siły bezwładności przeciążenie i nieważkość	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje ruch ciał z punktu widzenia obserwatora w układzie inercjalnym i nieinercjalnym; - Wyjaśnia pojęcie siły bezwładności i stosuje je do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym; - Wyjaśnia na czym polega stan nieważkości i przeciążenia ; - Podaje przykłady doświadczeń i/lub obserwacji, w których występuje stan nieważkości; 	1.11	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pomiar siły nacisku wywieranej przez ucznia stojącego na wadze sprężynowej podczas ruszania i hamowania windy; - Obserwacja stanu nieważkości podczas lotu butelki z wodą; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie ruchu ciał w układzie nieinercjalnym – np. pomiary przyspieszenia i siły bezwładności podczas ruchu windy czy pojazdu, analiza wykresów; - Wideopomiary na podstawie filmów z międzynarodowej stacji kosmicznej (ISS) – program Tracker;
16- 17	Rzut poziomy		<ul style="list-style-type: none"> - Tworzy i interpretuje wykresy współrzędnych położenia $x(t)$, $y(t)$ oraz prędkości $v_x(t)$, $v_y(t)$ wyrzuconego poziomo ciała; - Analizuje rzut poziomy jako złożenie dwóch ruchów w 	1.15, 1.4, 1.5, 1.8	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie rzutu poziomego (przyrząd do jednoczesnego wyrzutu 2 kulek: jedna rzucona poziomo, druga spada swobodnie);

			<p>kierunkach wzajemnie prostopadłych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stosuje zasady dynamiki do wyjaśnienia ruchu ciał; 		<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie rzutu poziomego metodą wideopomiarów; - Ćwiczenie „Rzuty” – projekt e-Doświadczenia w fizyce; - Budowa modelu rzutu poziomego w arkuszu kalkulacyjnym lub programie do modelowania;
18-19	Ruch jednostajny po okręgu	Kinematyka ruchu jednostajnego po okręgu, przyspieszenie dośrodkowe	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; - Wyjaśnia istnienie przyspieszenia dośrodkowego spowodowane zmianą kierunku wektora prędkości; 	1.14	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyznaczanie okresu, częstotliwości, prędkości liniowej i kątowej – ruch wentyla koła rowerowego (Doświadczenie „Rotacja I” – Podręcznik eFizyka tom I, rozdz. 1.3) <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie ruchu po okręgu metodą wideopomiarów (program Tracker - Astro Academy – Video zarejestrowane na międzynarodowej stacji kosmicznej (ISS) i materiały dydaktyczne ; - Symulacja PhET „Zakręcona biedronka”;
20 - 22	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	1.1 – 1.15	<p>Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez nauczyciela i uczniów.</p> <p>Projekt edukacyjny</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

Moduł 2. Energia mechaniczna

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1 - 3	Praca a energia mechaniczna	Fizyczna a potoczna definicja pracy, energia kinetyczna i potencjalna ciała, zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza pracę siły na danej drodze dla różnych kątów między wektorami siły i przesunięcia; - Oblicza energię kinetyczną i potencjalną ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym; - Oblicza parametry ruchu ciał na podstawie zasady zachowania energii mechanicznej; 	3.1, 3.2, 3.3	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza przemian energii podczas ruchu wyrzuconej do góry piłki; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tworzenie wykresów zależności energii kinetycznej i potencjalnej ciała od czasu na podstawie danych pomiarowych; - Analiza przemian energii na podstawie danych pomiarowych zebranych podczas różnych doświadczeń z badaniem ruchu; - Symulacja PhET „Energia w Skate parku – podstawy”;
4	Moc i jej jednostki	Moc, sprawność urządzeń technicznych, jednostki mocy	<ul style="list-style-type: none"> - Definiuje i interpretuje pojęcie mocy; - Oblicza moc różnych urządzeń technicznych; - Rozumie pojęcie sprawności i uwzględnia je przy obliczaniu mocy; 	3.4	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obliczanie mocy w różnych jednostkach za pomocą arkusza kalkulacyjnego;
5-6	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	Zasady zachowania energii i pędu w zderzeniach sprężystych i niesprężystych	<ul style="list-style-type: none"> - Rozróżnia zderzenia sprężyste i niesprężyste; - Stosuje zasady zachowania energii i pędu do opisu zderzeń i obliczania prędkości; 	3.5, 1.10	<p>Doświadczalnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zderzeń sprężystych i niesprężystych wózków na torze powietrznym; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza zderzeń kul metodą wideopomiarów; - Symulacja PhET – „Collision Lab”;

Moduł 3. Mechanika bryły sztywnej

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia	Odniesienie do podstawy programowej	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Bryła sztywna	Bryła sztywna a punkt materialny, masa a moment bezwładności, moment siły	<ul style="list-style-type: none"> - Wyjaśnia granice stosowalności modeli punktu materialnego i bryły sztywnej; - Wyjaśnia różnicę między masą a momentem bezwładności ciała względem danej osi obrotu; - Oblicza momenty sił; 	2.1, 2.2	TIK <ul style="list-style-type: none"> - Ćwiczenie „Bryła sztywna” – projekt e-Doświadczenia w fizyce; - Symulacja PhET „Moment siły”
2-3	Równowaga bryły sztywnej	Warunki równowagi bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza momenty sił; - Analizuje równowagę bryły sztywnej gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie; - Wyznacza położenie środka masy; 	2.3, 2.4, 2.5	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Badanie równowagi dźwigni dwustronnej i jednostronnej; - Wyznaczanie środka masy kija; TIK <ul style="list-style-type: none"> - Ćwiczenie „Bryła sztywna” – projekt e-Doświadczenia w fizyce; - Analiza ruchu wybranych punktów bryły sztywnej metodą wideopomiarów; - Symulacja PhET „Moment siły”; - Symulacja PhET „Równowaga”;
4-6	Ruch obrotowy bryły sztywnej	Kinematyka i dynamika ruchu obrotowego, złożenie ruchu	<ul style="list-style-type: none"> - Wyznacza zależność prędkości kątowej od czasu w ruchu obrotowym 	2.6, 2.7	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Badanie drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego za pomocą wahadła Oberbecka;

		postępowego i obrotowego	<p>jednostajnym i jednostajnie zmiennym;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Opisuje ruch bryły sztywnej stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego; - Analizuje ruch toczących się ciał jako złożenie ruchu postępowego i obrotowego; 		<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ćwiczenie „Bryła sztywna” – projekt e-Doświadczenia w fizyce; - Analiza ruchu wybranych punktów bryły sztywnej metodą wideopomiarów; - Symulacja PhET „Moment siły”;
7	Zasada zachowania momentu pędu	Moment pędu bryły sztywnej, zastosowanie zasady zachowania momentu pędu	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza moment pędu bryły sztywnej; - Stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu; 	2.8	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja i analiza ruchu ucznia z hantlami siedzącego na krześle obrotowym; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza ruchu podczas wykonywania piruetów na lodzie czy skoków do wody (wideo); - Symulacja PhET „Moment siły”;
8-10	Energia kinetyczna ruchu obrotowego	Energia kinetyczna ruchu postępowego i obrotowego	<ul style="list-style-type: none"> - Uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii przy rozwiązywaniu zadań problemowych i obliczeniowych; - Analizuje ruch toczących się ciał jako złożenie ruchu postępowego i obrotowego; 	2.9	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja i analiza ruchu walca, kuli i obręczy staczających się z równi pochyłej; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analiza ruchu metodą wideopomiarów (np. film „Skoki na batucie”),
11-14	Powtórzenie, praca klasowa	Ćwiczenia testowe, zadania	- Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk	2.1 – 2.9	Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez

	i jej omówienie	obliczeniowe	fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe.		nauczyciela i uczniów. Projekt edukacyjny - Labirynt (nie)wiedzy
--	-----------------	--------------	--	--	--

Moduł 4. Grawitacja

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Prawo powszechnego ciężenia	Oddziaływania grawitacyjne, siła grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> - Wyjaśnia powszechność oddziaływań grawitacyjnych; - Oblicza wartość siły grawitacji dla mas punktowych i sferycznie symetrycznych; - Wyjaśnia interpretację fizyczną stałej grawitacji G; - Sporządza i interpretuje wykres zależności siły grawitacji od odległości między środkami oddziałujących ciał. 	4.1	TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET - „Siły grawitacyjne Lab”; - Astro Academy - Wideo z ISS i materiały dydaktyczne; - Arkusz kalkulacyjny; Projekty edukacyjne <ul style="list-style-type: none"> - Oblicza grawitacji - Wpływ siły grawitacji na organizmy roślinne
2-4	Opis pola grawitacyjnego	Linie pola, natężenie pola grawitacyjnego, pole jednorodne a pole centralne	<ul style="list-style-type: none"> - Rysuje linie pola grawitacyjnego; - Oblicza wartość, wyznacza kierunek i zwrot natężenia pola 	4.2, 4.3	TIK <ul style="list-style-type: none"> - Arkusz kalkulacyjny (np. obliczanie natężenia pola grawitacyjnego na różnych planetach);

			<ul style="list-style-type: none"> - grawitacyjnego; - Rozróżnia pole centralne i jednorodne; - Rysuje wykres zależności wartości natężenia centralnego pola grawitacyjnego od odległości od centrum 		<p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guzy na globusie
5-6	Przyspieszenie grawitacyjne	Przyspieszenie grawitacyjne a natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> - Wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; - Oblicza wartości przyspieszenia grawitacyjnego na różnych planetach; - Bada wpływ przyspieszenia grawitacyjnego na ruch 	4.4	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arkusz kalkulacyjny; - Symulacja PhET „Energia w Skate Parku” (symulacja ruchu na różnych planetach i Księżycu); - Google Earth – filmiki z Księżycą; - Pomiar przyspieszenia grawitacyjnego za pomocą aplikacji na urządzenia mobilne; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Od rzutu piłką po kosmiczne skoki - Guzy na globusie - Lądowanie na obcej planecie
7-8	Praca w polu grawitacyjnym, energia potencjalna	Praca w polu jednorodnym i centralnym, energia potencjalna, kinetyczna	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza pracę przy przesunięciu ciała w jednorodnym i centralnym polu grawitacyjnym; - Omawia graficzną interpretację pracy; - Oblicza zmiany energii potencjalnej ciała i wiąże je z pracą i/lub zmianą energii 	4.5, 3.1, 3.2	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obliczanie pracy przy przesunięciu ciała w centralnym polu grawitacyjnym za pomocą arkusza kalkulacyjnego;

			kinetycznej;		
9-11	Ruch planet i satelitów	Prędkości kosmiczne, prawa Keplera,	<ul style="list-style-type: none"> - Wyjaśnia pojęcie I i II prędkości kosmicznej, oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich; - Omawia i stosuje prawa Keplera do wyznaczania okresu ruchu planet i satelitów oraz ich mas; 	4.6, 4.7, 4.8, 4.9	TIK <ul style="list-style-type: none"> - Ćwiczenie „Ruch ciał niebieskich” – projekt e-Doświadczenia w fizyce; - Symulacje PhET „Grawitacja a orbity”, „Mój Układ Słoneczny”; - Strony internetowe i aplikacje umożliwiające śledzenie sztucznych satelitów Ziemi; Projekty edukacyjne <ul style="list-style-type: none"> - Kolory Ziemi - Jaka będzie pogoda?
12-14	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	4.1 – 4.9	Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela. Projekt edukacyjny <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

Moduł 5. Termodynamika

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1-2	Model gazu doskonałego	Gaz doskonały, równanie Clapeyrona	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia założenia modelu gazu doskonałego; - Definiuje parametry opisujące stan gazu; - Wyjaśnia związek temperatury w 	5.1, 5.4	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja chaotycznego ruchu „potrzęsanych” kulek w zamkniętym naczyniu; TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Właściwości gazu” - Ćwiczenie „Właściwości gazów” -

			<p>Kelvinach ze średnią energią kinetyczną cząsteczek gazu;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stosuje równanie Clapeyrona do obliczenia parametrów stanu gazu; 		projekt e-Doświadczenia w fizyce;
3-5	Przemiany gazowe	Przemiana izotermiczna, izobaryczna, izochoryczna	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia przemiany gazowe i ich badanie doświadczalne; - Wyprowadza prawa przemian gazowych z równania Clapeyrona; - Sporządza i interpretuje wykresy zmian parametrów gazu podczas przemian gazowych; - Porównuje wyniki doświadczalne z prawami przemian gazowych; 	5.1, 5.2, 5.3	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie przemiany izotermicznej (duża strzykawka z powietrzem, obciążniki, dźwignia dwustronna); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie przemiany izochorycznej i izotermicznej z zastosowaniem czujników temperatury i ciśnienia; - Symulacja PhET „Właściwości gazu”; - Ćwiczenie „Właściwości gazów” - projekt e-Doświadczenia w fizyce; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Przemiany
6-7	Interpretacja energetyczna przemian gazowych	Energia wewnętrzna, praca, ciepło, ciepło molowe, pierwsza zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii, - Oblicza pracę w przemianach gazowych jako pole pod wykresem $p(V)$; - Stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do 	5.5, 5.6, 5.7, 5.8	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Formy energii i ich przemiany”; - Przetwarzanie i analiza danych pomiarowych z przemian gazowych – interpretacja energetyczna i tworzenie wykresów – arkusz kalkulacyjny; - Obliczanie pracy wykonanej podczas przemian gazowych – arkusz kalkulacyjny;

			interpretacji energetycznej przemian gazowych (izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej);		- Ćwiczenie „Właściwości gazów” - projekt e-Doświadczenia w fizyce;
8-9	Silniki cieplne	Druga zasada termodynamiki, silniki cieplne, sprawność, cykle termodynamiczne	- Interpretuje drugą zasadę termodynamiki; - Omawia cykle termodynamiczne; - Analizuje przemiany energii i oblicza sprawność silników cieplnych;	5.9, 5.10	TIK - Obliczanie parametrów stanu gazu i wykonanej pracy podczas cykli termodynamicznych – arkusz kalkulacyjny; - Ćwiczenie „Właściwości gazów” - projekt e-Doświadczenia w fizyce;
10-12	Przemiany fazowe	Ciepło topnienia, ciepło parowania, ciepło właściwe, wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia, bilans cieplny	- Analizuje zmiany stanu skupienia; - Definiuje ciepło topnienia i ciepło parowania; - Analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy; - Stosuje bilans cieplny do obliczania temperatury substancji;	5.11, 5.12, 13.3	Doświadczenie - Badanie zmian temperatury podczas stygnięcia i krzepnięcia kwasu stearynowego; - Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy metodą bilansu cieplnego ^{2*)} ; - Badanie wpływu ciśnienia na temperaturę wrzenia wody (pojemnik próżniowy); TIK - Analiza danych doświadczalnych – arkusz kalkulacyjny; - Pomiary temperatury podczas stygnięcia i krzepnięcia kwasu stearynowego za pomocą czujnika temperatury (np. według opisu w

^{2*)} Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

					module „Stygnięcie i zmiany stanu skupienia” projektu ICT for IST; - Symulacja PhET „Stany skupienia materii”; - Zestaw ćwiczeń „Termodynamika” – e-Doświadczenia w fizyce
13 - 16	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	- Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe.	5.1 – 5.12, 13.3	Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela. Projekt edukacyjny - Labirynt (nie)wiedzy

Moduł 6. Drgania i fale mechaniczne

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Drgania wokół nas	Obserwacja i analiza ruchu drgającego	- Wskazuje przykłady ruchu drgającego; - Definiuje wielkości stosowane w opisie ruchu drgającego; - Analizuje ruch drgający na podstawie wykresów zależności wychylenia od czasu; - Oblicza okres drgań wahadła sprężynowego;	6.1, 6.3, 6.4	Doświadczenia - Obserwacja i analiza ruchu ciężarka zawieszonego na sprężynie i wahadła; - Wyznaczanie stałej sprężystości sprężyny; TIK - Badanie ruchu ciężarka zawieszonego na sprężynie za pomocą ultradźwiękowego czujnika położenia; - Badanie ruchu wahadła metodą wideopomiarów; Projekty edukacyjne - Zegary
2-3	Oscylator harmoniczny	Model oscylatora harmonicznego	- Wyjaśnia pojęcie oscylator harmoniczny;	6,1, 6.4	TIK - Budowa modelu oscylatora

			<ul style="list-style-type: none"> - Zapisuje równanie oscylatora; - Buduje model numeryczny oscylatora; - Porównuje wyniki modelowania z wynikami doświadczeń; 		<p>harmonicznego w arkuszu kalkulacyjnym lub programie do modelowania;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porównanie wyników modelowania z wynikami doświadczeń; - Zestaw ćwiczeń „Drgania mechaniczne” – Projekt e-Doświadczenia w fizyce; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zegary
4-5	Wahadło matematyczne	Wahadło matematyczne, izochronizm, wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza okres i częstotliwość drgań wahadła matematycznego; - Wyznacza przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego; uwzględnia niepewności pomiarowe 	6.3, 13.2	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego*)³ <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arkusz kalkulacyjny – analiza wyników doświadczenia j. w. (np. sporządzenie wykresu kwadratu okresu wahań wahadła od jego długości z uwzględnieniem niepewności pomiarowych); <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zegary
6-7	Przemiany energii w ruchu drgającym	Energia potencjalna sprężystości, energia kinetyczna, potencjalna grawitacyjna, drgania tłumione	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza energię potencjalną sprężystości - Analizuje przemiany energii w ruchu drgającym; - Opisuje drgania tłumione; 	6.2, 6.7	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja i analiza przemian energii podczas ruchu ciężarka zawieszzonego na sprężynie i wahadła; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tworzenie i analiza wykresów zależności energii kinetycznej i potencjalnej od czasu na podstawie

³ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

					danych doświadczalnych oraz wyników modelowania – arkusz kalkulacyjny; - Zestaw ćwiczeń „Drgania mechaniczne” – projekt e-Doświadczenia w fizyce;
8	Rezonans mechaniczny	Drgania wymuszone, rezonans mechaniczny	<ul style="list-style-type: none"> - Podaje przykłady i omawia drgania wymuszone; - Omawia na wybranych przykładach i ilustruje doświadczalnie zjawisko rezonansu mechanicznego; 	6.5, 6.6	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja zjawiska rezonansu mechanicznego (układ wahadeł zawieszonych na poziomej linie);
9	Płaska fala harmoniczna	Fala płaska i kolista, fala harmoniczna, prędkość fali, długość fali, okres, częstotliwość	<ul style="list-style-type: none"> - Podaje przykłady fal mechanicznych; - Rozróżnia fale płaskie i koliste, fale podłużne i poprzeczne; - Stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: prędkością, długością fali, okresem, częstotliwością; - Opisuje odbicie i załamanie fali na granicy ośrodków; 	6.8, 6.9	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja fal poprzecznych i podłużnych (sprężyna, lina); - Obserwacja fal płaskich i kolistych na powierzchni wody; TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Fale na linie”;
10	Dyfrakcja i interferencja fal	Zjawisko dyfrakcji i interferencji fal, zasada Huygensa	<ul style="list-style-type: none"> - Podaje przykłady obserwacji i omawia zjawisko dyfrakcji i interferencji fal; - Określa warunki wzmocnienia i 	6.10, 6.11	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja dyfrakcji i interferencji fal na powierzchni wody (wanienka do fal); TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Interferencja fal”; - Ćwiczenia z modułu „Dyfrakcja” –

			<p>wygaszenia interferencyjnego;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyjaśnia zjawisko dyfrakcji (ugięcia) fali na podstawie zasady Huygensa; 		projekt ICT for IST;
11	Fale stojące	Interferencja fal biegnących przeciwbieżnie, węzły i strzałki fali stojącej	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje fale stojące jako wynik interferencji fal biegnących przeciwbieżnie; - Wyjaśnia pojęcia: strzałki, węzły fali stojącej; - Wyznacza długość fali na podstawie odległości strzałek i węzłów; 	6.10, 6.12	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wytwarzanie fal stojących na linie (np. jeden koniec liny przymocowany do piłeczki pingpongowej umocowanej na membranie głośnika); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Fale na linie”;
12 - 14	W świecie dźwięków	Źródła i cechy dźwięków; rozchodzenie się fal dźwiękowych; widmo dźwięku; rezonans akustyczny; hałas	<ul style="list-style-type: none"> - Bada doświadczalnie i omawia zjawiska falowe na przykładzie fal dźwiękowych; - Omawia szkodliwe skutki działania hałasu i sposoby walki z nim; 	6.8, 6.12, 6.6, 13.6	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wytwarzanie i rejestracja dźwięków o różnej wysokości i widmie; - Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu metodą rezonansu akustycznego (rura Quinckego); - Badanie drgań struny (pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny o różnej długości) *)⁴ <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejestracja dźwięków i obserwacja ich widma za pomocą czujnika dźwięku i/lub aplikacji na urządzenia mobilne; - Pomiar poziomu natężenia dźwięku -

⁴ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

					<ul style="list-style-type: none"> aplikacja na urządzenia mobilne; - Symulacja PhET „Dźwięk”; - E-Doświadczenie „Laboratorium dźwięku”;
15	Efekt Dopplera	Ruchome źródło dźwięku, efekt Dopplera, wysokość dźwięku	<ul style="list-style-type: none"> - Podaje przykłady występowania efektu Dopplera dla fal dźwiękowych; - Omawia efekt Dopplera w przypadku ruchu źródła (nieruchomy obserwator); 	6.13	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zmiany wysokości dźwięku podczas ruchu źródła (nieruchomy obserwator); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Animacja efektu Dopplera dla fal dźwiękowych (Youtube); <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Czy obiekt się oddala?
16 - 18	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	6.1 – 6.13	<p>Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela.</p> <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

Moduł 7. Pole elektryczne

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Prawo Coulomba	Oddziaływania elektrostatyczne; prawo Coulomba; stała dielektryczna;	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia prawo Coulomba i stosuje je do obliczeń siły oddziaływania ładunków punktowych; - Wyjaśnia wpływ rodzaju ośrodka na wartość siły 	7.1	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie oddziaływań elektrostatycznych ładunków jedno- i różnoimiennych (maszyna elektrostatyczna i/lub generator Van de Graffa, metalowe kule, przewody);

			Coulomba;		
2-4	Opis pola elektrycznego	Linie pola, wektor natężenia pola, pole centralne, pole układu ładunków, pole elektrostatyczne na zewnątrz ciała kulisto-symetrycznego	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza wartości natężenia pola elektrostatycznego ładunku punkowego lub kulisto-symetrycznego; - Rysuje linii pola elektrostatycznego; zaznacza wektor natężenia pola; - Oblicza potencjał elektryczny w różnych punktach pola centralnego; 	7.2 – 7.6, 13.4	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja linii pola elektrostatycznego dla ładunku punkowego, dwóch ładunków jedno- i różnoimiennych, naładowanego pierścienia, kondensatora płaskiego, naładowanego przewodnika z ostrzem (maszyna elektrostatyczna i/lub generator Van de Graffa; naczynie z olejem, kasza manna, przewodniki o różnym kształcie, przewody); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Ładunki i pola”; - E-doświadczenie „Pole elektryczne”;
5	Przewodnik w polu elektrycznym	Pole elektryczne a rozmieszczenie ładunków w przewodniku, klatka Faradaya, piorunochron	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku; - Omawia rozbrajające działanie ostrzy; - Wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya; - Omawia zastosowanie klatki Faradaya do ochrony urządzeń elektronicznych (w oparciu o artykuły popularno-naukowe); 	7.12, 7.2, 7.6	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja linii pola wytworzonego przez naładowany pierścień metalowy; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - E-doświadczenie „Pole elektryczne”; - Klatka Faradaya – animacja (Wikipedia) i filmy na You Tube;

6-8	Kondensator i jego energia	Kondensator płaski, pole wewnątrz kondensatora; pojemność kondensatora, dielektryk, energia naładowanego kondensatora; łączenie kondensatorów;	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje pole kondensatora płaskiego, - Oblicza napięcie na okładkach kondensatora; - Oblicza pojemność kondensatora płaskiego na podstawie parametrów geometrycznych i stałej dielektrycznej ośrodka; - Oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora; - Oblicza pojemność układu kondensatorów; 	7.7 – 7.10	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naładowany kondensator źródłem energii (rozładowanie naładowanego kondensatora przez opornik i żaróweczkę); - Badanie zależności pojemności kondensatora płaskiego od odległości i powierzchni okładek oraz rodzaju dielektryka; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejestracja krzywej rozładowania kondensatora za pomocą interfejsu pomiarowego lub woltomierza i stopera; - Analiza krzywej rozładowania kondensatora – arkusz kalkulacyjny; - E-Doświadczenie „Kondensatory”
9-10	Ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym	Jednorodne pole elektryczne, zasady dynamiki, zasada niezależności ruchów	<ul style="list-style-type: none"> - Analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym; - Omawia doświadczenie Millikana – wyznaczenie ładunku elektrycznego; 	7.11, 7.2	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja śladu toru elektronów na ekranie w rurze katodowej; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - E-doświadczenie „Pole elektryczne” (Doświadczenie Millikana);
11-14	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	7.1 – 7.12	<p>Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela.</p> <p>Projekt edukacyjny</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

Moduł 8. Prąd stały

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Źródła prądu stałego	Siła elektromotoryczna (SEM), opór wewnętrzny ogniwa	<ul style="list-style-type: none"> - Wymienia różne źródła prądu stałego; - Wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) i oporu wewnętrznego ogniwa; - Ilustruje doświadczalnie i omawia różnicę między napięciem na zaciskach ogniwa a SEM; 	8.1	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pomiar napięcia na zaciskach ogniwa przy różnej wartości oporu zewnętrznego;
2-3	Badanie zależności $I(U)$ dla opornika, żarówki i diody	Pomiary napięcia i natężenia prądu, prawo Ohma, opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> - Projektuje i buduje obwód elektryczny oraz bada doświadczalnie zależność $I(U)$ dla opornika, żarówki, diody; - Rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma; - Wyznacza opór elektryczny opornika; 	13.5, 8.3	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki i diody*)⁵ <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki i diody z wykorzystaniem czujników napięcia i natężenia prądu; - E-doświadczenie „Obwody prądu stałego”;
4	Od czego zależy opór elektryczny przewodnika?	Zależność oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju materiału	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza opór przewodnika na podstawie jego wymiarów i oporu 	8.2, 8.7	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wpływ temperatury na opór elektryczny metalu i półprzewodnika; <p>TIK</p>

⁵ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

		i temperatury, opór właściwy, metale, półprzewodniki	właściwego; - Opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników;		- E-doświadczenie „Obwody prądu stałego”; - Symulacja PhET „Rezystancja przewodnika”;
5-7	Obwody prądu stałego	Prawa Kirchhoffa, łączenie oporów, opór zastępczy, SEM i opór wewnętrzny ogniwa, łączenie ogniów	- Bada doświadczalnie różne obwody prądu stałego; - Analizuje obwody prądu stałego w oparciu o prawa Kirchhoffa; - Oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe; - Wyznacza doświadczalnie SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii;	8.4, 8.5, 8.1	Doświadczenie - Budowa obwodów rozgałęzionych, badanie praw Kirchhoffa; - Wyznaczanie SEM i oporu wewnętrznego ogniwa (baterii); TIK - E-doświadczenie „Obwody prądu stałego”; - Doświadczenia wspomagane komputerowo opisane w module „Prąd stały - pojęcia o obwody” projektu ICT for IST
8-9	Praca i moc prądu	Praca, moc, jednostki pracy i mocy, przemiany energii w obwodzie elektrycznym, moc nominalna, moc rozproszona, moc użyteczna	- Analizuje przemiany energii podczas przepływu prądu w obwodzie; - Oblicza pracę wykonaną przez prąd dla różnych elementów obwodu; - Oblicza moc rozproszoną na oporze; - Rozróżnia moc nominalną od mocy użytecznej;	8.6, 8.4	Doświadczenie - Wyznaczanie mocy użytecznej żarówki; TIK - E-doświadczenie „Obwody prądu stałego”;
10-12	Powtórzenie, praca klasowa	Ćwiczenia testowe, zadania	- Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk	8.1 – 8.7	Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów

	i jej omówienie	obliczeniowe	fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe.		i nauczyciela. Projekt edukacyjny - Labirynt (nie)wiedzy
--	-----------------	--------------	--	--	--

Moduł 9. Magnetyzm, indukcja elektromagnetyczna

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Źródła pola magnetycznego	Magnesy trwałe, przewodniki z prądem, poruszające się cząstki naładowane; linie pola magnetycznego	<ul style="list-style-type: none"> - Wymienia źródła pola magnetycznego; - Rysuje linie pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe i przewodniki z prądem (przewodnik prostoliniowy, kołowy, zwojnica); 	9.1, 13.4	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Wyznaczanie linii pola magnetycznego wokół przewodników z prądem (stoliki Ampere'a, opiłki żelaza, igiełki magnetyczne) *)⁶ TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Magnesy i elektromagnesy”; - E-doświadczenie „Pole magnetyczne”;
2-4	Wektor indukcji magnetycznej	Indukcja magnetyczna, Tesla, ziemskie pole magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> - Definiuje wektor indukcji magnetycznej; - Oblicza wartość indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (prostoliniowy, kołowy, zwojnica); - Porównuje wartości indukcji magnetycznej dla różnych źródeł pola 	9.1, 9.2	TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Magnes i kompas”; - Pomiar indukcji magnetycznej wzdłuż osi zwojnicy przy różnych wartościach natężenia prądu za pomocą czujnika pola magnetycznego; Projekt edukacyjny <ul style="list-style-type: none"> - Od śrubki... do szkolnej stacji na Marsie

⁶ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

			magnetycznego (wyszukuje dane);		
5	Substancja w polu magnetycznym	Materiały ferro-, dia- i paramagnetyczne; elektromagnes	<ul style="list-style-type: none"> - Podaje przykłady materiałów ferro-, dia- i paramagnetycznych; - Opisuje wpływ tych materiałów na pole magnetyczne; - Omawia zastosowanie ferromagnetyków; 	9.4, 9.5	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie działania elektromagnesu na materiały ferro-, dia- i paramagnetyczne;
6-7	Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym	Siła Lorentza, tory cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym; cyklotron	<ul style="list-style-type: none"> - Wyznacza siłę Lorentza działającą na poruszającą się cząstkę naładowaną w jednorodnym stałym polu magnetycznym; - Rysuje tory cząstek wpadających pod różnym kątem w pole magnetyczne; - Omawia zasadę działania i zastosowanie cyklotronu; 	9.3	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pokaz zakrzywienia toru wiązki elektronów w rurze katodowej pod wpływem pola magnetycznego silnego magnesu; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interaktywna ilustracja graficzna toru cząstki – arkusz kalkulacyjny; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wielki zderzacz hadronów
8-9	Badanie siły elektrodynamicznej	Siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> - Bada własności siły elektrodynamicznej; - Wyznacza kierunek i zwrot oraz oblicza wartość siły elektrodynamicznej przy różnym ustawieniu przewodnika z prądem do kierunku pola 	9.6	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie własności siły elektrodynamicznej (zestaw 1: ramka z drutu, bateria płaska, magnes; zestaw 2: szyny metalowe, przewodnik, bateria); <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Cewki i indukcja” – Pomiar siły elektrodynamicznej;

			magnetycznego;		
10	Silnik elektryczny prądu stałego	Budowa, zasada działania, zastosowanie silnika prądu stałego	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje budowę i zasadę działania silnika elektrycznego; - Omawia przemiany energii podczas pracy silnika elektrycznego 	9.7	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Model silnika prądu stałego; - Prosty silnik prądu stałego (bateria AA, magnes neodymowy, drut miedziany);
11-12	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	Strumień indukcji magnetycznej, siła elektromotoryczna indukcji, prąd indukcyjny, reguła Lenza	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza strumień indukcji magnetycznej przepływający przez powierzchnię; - Demonstruje wzbudzenie prądu indukcyjnego; - Oblicza siłę elektromotoryczną indukcji; - Stosuje regułę Lenza do wyznaczenia kierunku przepływu prądu indukcyjnego; - Opisuje i wyjaśnia doświadczenia dotyczące badania zjawiska indukcji elektromagnetycznej; 	9.8, 9.9, 9.10, 9.11	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wzbudzenie prądu indukcyjnego (cewka, magnes, galwanometr); - Ilustracja reguły Lenza (np. lewitujący pierścień na rdzeniu transformatora); - Wahadło Waltenhofena; - Badanie czasu spadku magnesu w rurze miedzianej, aluminiowej i szklanej; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej - rejestracja wykresu napięcia zaindukowanego w cewce podczas spadku magnesu (interfejs pomiarowy);
13-15	Prąd przemienny	Prądnica prądu przemiennego, natężenie, napięcie, wartości skuteczne	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje budowę i zasadę działania prądnicy prądu przemiennego; - Opisuje matematycznie i za pomocą wykresu zależność natężenia 	9.12, 9.13	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wytwarzanie prądu przemiennego za pomocą prądnicy; obserwacja jasności świecenia żarówki przy różnej szybkości obrotów prądnicy;

			<ul style="list-style-type: none"> i napięcia prądu przemiennego od czasu; - Oblicza pracę i moc prądu przemiennego; Definiuje natężenie i napięcie skuteczne; 		<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejestracja wykresów $U(t)$ na zaciskach prądniczy za pomocą czujnika napięcia; - Analiza wykresów natężenia $I(t)$ i napięcia $U(t)$ w arkuszu kalkulacyjnym, przetwarzanie danych pomiarowych
16	Transformator i jego zastosowanie	Budowa i zasada działania transformatora, uzwojenie pierwotne i wtórne, przekładnia transformatora	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania transformatora; - Podaje przykłady zastosowania transformatora; 	9.12, 9.13	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pomiary napięcia na zaciskach uzwojenia wtórnego przy różnej liczbie zwojów; - Topienie cyny w rynience – uzwojeniu wtórnym transformatora; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Cewki i indukcja”
17-18	Cewka w obwodzie prądu przemiennego	Zjawisko samoindukcji, SEM samoindukcji, indukcyjność cewki, henr	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje zjawisko indukcji własnej (samoindukcji); - Oblicza SEM samoindukcji dla cewki o znanej indukcyjności; 	9.13, 9.14	<p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Cewki i indukcja”;
19	Prostowanie prądu przemiennego	Dioda, prostownik,	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje na czym polega prostowanie prądu przemiennego; - Omawia prostownicze działanie diody; - Rysuje wykresy napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu przez i po „wyprostowaniu” prądu 	9.15, 13.5	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie przepływu prądu w obwodzie z diodą przy jej podłączeniu w kierunku przewodzenia oraz zaporowym; - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody*)⁷ <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody za pomocą czujników napięcia i natężenia prądu;

⁷ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

20 - 22	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	9.1 – 9.15	<p>Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela.</p> <p>Projekt edukacyjny</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy
---------	--	---	---	------------	--

Moduł 10. Fale elektromagnetyczne, optyka

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Fale elektromagnetyczne	Widmo fal elektromagnetycznych, własności fal z różnych zakresów widma; źródła fal i ich zastosowanie	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia widmo fal elektromagnetycznych; - Opisuje własności fal elektromagnetycznych dla różnych zakresów długości fali, podaje ich źródła i zastosowanie; 	10.1	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rozszczepienie światła białego w pryzmacie; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyszukiwanie i selekcja informacji na temat fal elektromagnetycznych z różnych zakresów widma; <p>Projekty edukacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kolory Ziemi - Panta rhei - Wykorzystanie zjawiska odbicia i emisji fal elektromagnetycznych w monitoringu roślinności
2	Prędkość światła	Metody wyznaczania prędkości światła	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia wybraną metodę wyznaczania prędkości światła; 	10.2	<p>TIK</p> <p>Filmy na Youtube:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metody Fizeau, Michelsona pomiaru prędkości światła - Pomiar prędkości światła przy pomocy mikrofalówki i czekolady
3-4	Dyfrakcja i interferencja światła	Doświadczenie Younga, siatka dyfrakcyjna,	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia doświadczenie Younga; - Analizuje zależność kąta 	10.3, 10.4, 13.7	<p>Doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dyfrakcja światła laserowego na szczelinach, otworach kołowych,

		częstotliwość i długość fali światła	<p>ugięcia światła od długości fali i stałej siatki dyfrakcyjnej;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wyznacza długość fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej; 		<p>krawędzi żyłki (wskaźnik laserowy);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD*)⁸ - Wyznaczanie długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Interferencja i dyfrakcja światła”; - Symulacja PhET „Interferencja fal” - Doświadczenia on-line opisane w module „Dyfrakcja” projektu ICT for IST;
5	Polaryzacja światła	Polaryzacja światła przez odbicie, kąt Brewstera; polaryzator	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia zjawisko polaryzacji światła przez odbicie, oblicza kąt Brewstera; - Opisuje polaryzację światła przy przejściu przez polaryzator; 	10.5	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja zjawiska polaryzacji, rola polaryzatora i analizatora;
6-8	Odbicie i załamanie światła	Prawa odbicia i załamania, całkowite wewnętrzne odbicie, kąt graniczny	<ul style="list-style-type: none"> - Bada doświadczalnie zjawiska odbicia, załamania, całkowitego wewnętrznego odbicia światła; - Stosuje prawa odbicia i załamania do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy ośrodków; - Opisuje zjawisko 	10.6, 10.7, 13.8	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zjawiska odbicia i załamania światła; - Wyznaczenie współczynnik załamania światła z pomiaru kąta granicznego*)⁹ <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Załamanie światła”; - E-Doświadczenie „Optyka geometryczna”;

⁸ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

⁹ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

			całkowitego wewnętrznego odbicia, oblicza kąt graniczny.		
9-11	Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek	Soczewka skupiająca i rozpraszająca, konstrukcja obrazów, powiększenie, równanie soczewki, ogniskowa soczewki a jej zdolność skupiająca	<ul style="list-style-type: none"> - Rysuje bieg promieni przy przejściu przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą oraz wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych za pomocą soczewek; - Stosuje równanie soczewki, oblicza położenie obrazu i jego powiększenie; - Wyznacza zdolność skupiającą soczewki; 	10.8, 10.9, 13.9	<p>Doświadczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badanie obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek*)¹⁰ - Wyznaczanie zdolności skupiającej soczewki; <p>TIK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Optyka geometryczna”; - E-Doświadczenie „Optyka geometryczna”;
12 - 16	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	10.1 – 10.9	<p>Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela.</p> <p>Projekt edukacyjny</p> <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

¹⁰ *) Obowiązkowe doświadczenie uczniowskie (wymagania doświadczalne)

Moduł 11. Fizyka atomowa

L.p.	Temat lekcji	Treści nauczania	Przewidywane osiągnięcia ucznia. Uczeń:	Odn. do podst. prog.	Proponowane środki dydaktyczne (linki do narzędzi TIK w rozdziale V)
1	Kwantowy model światła	Założenia kwantowego modelu światła, energia kwantu	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje założenia kwantowego modelu światła; - Oblicza energię kwantu o podanej częstotliwości lub długości fali; 	11.1	TIK <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Korpuskularna natura światła i materii”;
2-5	Fotoefekt i jego zastosowanie	Zjawisko fotoelektryczne i jego wyjaśnienie w oparciu o kwantową teorię światła	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje zjawisko fotoelektryczne; - Przelicza jednostki energii (eV, J); - Stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczania energii i prędkości elektronów; - Opisuje zasadę działania fotokomórki i jej zastosowanie; - Podaje przykłady fotoelementów; 	11.2. 11.3	Doświadczenia <ul style="list-style-type: none"> - Badanie zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego (płytką cynkową, elektroskop, lampa ultrafioletowa) TIK <ul style="list-style-type: none"> - Symulacja PhET „Efekt fotoelektryczny”; - e-Doświadczenie „Korpuskularna natura światła i materii”;
6-7	Emisja i absorpcja promieniowania	Energia kwantu, częstotliwość promieniowania, emisja i absorpcja promieniowania, zasada zachowania energii	<ul style="list-style-type: none"> - Oblicza częstotliwość promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy na podstawie zasady zachowania energii; 	11.1, 11.4	Doświadczenie <ul style="list-style-type: none"> - Obserwacja widma emisyjnych i absorpcyjnych za pomocą spektroskopu; TIK <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Fizyka atomowa i jądrowa” – Badanie widm gazów; - Symulacja PhET „Modele atomu wodoru”;

8-10	Promieniowanie rentgenowskie	Lampa rentgenowska, promieniowane hamowania i promieniowanie charakterystyczne	<ul style="list-style-type: none"> - Opisuje własności i zastosowanie promieni Roentgena; - Omawia widmo promieniowania rentgenowskiego; - Opisuje mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym oraz promieniowania charakterystycznego; 	11.4, 10.1	TIK <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Korpuskularna natura światła i materii” – Promieniowanie rentgenowskie;
11	Fale materii	Fale de Broglie’a, długość fali, pęd cząstki, dualizm korpuskularno-falowy materii	<ul style="list-style-type: none"> - Omawia postulat de Broglie’a; - Oblicza długość fali de Broglie’a poruszających się cząstek; - Podaje fakty doświadczalne potwierdzające istnienie fal materii (np. dyfrakcję elektronów); 	11.5	TIK <ul style="list-style-type: none"> - e-Doświadczenie „Korpuskularna natura światła i materii”;
12 - 14	Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie	Ćwiczenia testowe, zadania obliczeniowe	<ul style="list-style-type: none"> - Stosuje poznane prawa do wyjaśniania zjawisk fizycznych, - Rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe. 	11.1 – 11.5	Zadania problemowe i rachunkowe, quizy edukacyjne, przygotowane przez uczniów i nauczyciela. Projekt edukacyjny <ul style="list-style-type: none"> - Labirynt (nie)wiedzy

V. Polecane narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK)

Realizacja opisanych treści nauczania fizyki będzie bardziej efektywna i atrakcyjna dla uczniów przy zastosowaniu nowoczesnych środków dydaktycznych, a w szczególności technologii informacyjno-komunikacyjnych. Zostały one wymienione w poprzednim rozdziale, w kolumnie „Polecane środki dydaktyczne”, a poniżej opisano sposób ich wykorzystania. Warto zwrócić uwagę na wykorzystanie materiałów dydaktycznych, opracowanych w wyniku krajowych i międzynarodowych projektów edukacyjnych. Dobór środków dydaktycznych został oparty na wieloletnim doświadczeniu autorki programu i opinii nauczycieli uczestniczących w prowadzonych przez nią zajęciach. Nauczyciel powinien dostosować wybór ćwiczeń w wykorzystaniem TIK do posiadanych zasobów i możliwości czasowych. Zaleca się współpracę z nauczycielem informatyki.

Nazwa	Opis i cel wykorzystania	Adres strony internetowej
Tracker	Bezpłatne oprogramowanie do rejestracji i analizy danych pomiarowych dotyczących ruchu wybranych obiektów na podstawie obrazów wideo (tzw. technika wideopomiarów). Umożliwia badanie dowolnego ruchu, tworzenie wykresów np. położenia i prędkości, przetwarzanie wyników pomiaru i ich prezentację. Oprogramowanie w wersji polskiej, na stronie internetowej przykładowe klipy wideo, filmy instruktażowe, instrukcje i materiały metodyczne dla nauczycieli (w języku angielskim).	http://physlet.org/tracker
Ultradźwiękowy detektor ruchu (opcjonalnie)	Czujnik ruchu bezpośrednio przyłączany na wejście USB komputera lub do interfejsu pomiarowego. Umożliwia rejestrację położenia poruszającego się ciała, a dołączone oprogramowanie pozwala na zapis danych pomiarowych, ich prezentację na wykresach, przetwarzanie i analizę.	Np. czujnik ruchu na USB produkcji CMA (Holandia), http://cma-science.nl
Zestaw do pomiarów wspomaganych komputerowo	Interfejs pomiarowy z zestawem różnych czujników (np. temperatury, ciśnienia, siły, napięcia, natężenia prądu, pola magnetycznego) i oprogramowaniem do naboru i analizy danych pomiarowych.	Np. interfejs Coach Lab II+ z zestawem czujników i oprogramowaniem Coach 6 (CMA Holandia) - http://cma-science.nl

(opcjonalnie)		
PhET - Interaktywne symulacje zjawisk fizycznych	Interaktywne symulacje wielu zjawisk i procesów fizycznych oraz wirtualnych doświadczeń z różnych dziedzin fizyki, opracowane na Uniwersytecie w Colorado. Symulacje te są wykorzystywane w nauczaniu fizyki w wielu krajach, większość z nich jest przetłumaczona na język polski.	https://phet.colorado.edu Symulacje przetłumaczone na język polski https://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/pl
Stellarium	Stellarium to darmowe, otwarte komputerowe planetarium, umożliwiające oglądanie nieba w 3D. Do pobrania wersja instalacyjna oprogramowania dla różnych systemów operacyjnych.	http://www.stellarium.org/pl
Mapa nieba np. SkyMap	Bezpłatna aplikacja na urządzenia mobilne z systemem Android (smartfon lub tablet) – mapa nieba, umożliwiająca identyfikację obserwowanych na niebie obiektów.	https://play.google.com/
GoogleEarth (Moon, Mars, Sky)	Program umożliwia obserwację nieba, powierzchni Księżyca i Marsa, tworzenie wirtualnych wycieczek. Zawiera wiele zdjęć i filmów, np. galeria zdjęć nieba z różnych teleskopów i satelitów, filmy i zdjęcia z misji Apollo na Księżycu.	https://www.google.com/intl/pl/earth/ Wersja instalacyjna programu dla różnych systemów operacyjnych - https://www.google.com/earth/download/ge/agree.html
Physics Toolbox Sensor Suite	Bezpłatna aplikacja edukacyjna na urządzenia mobilne z systemem Android (smartfon, tablet) do wykonywania pomiarów różnych wielkości fizycznych. Zarejestrowane dane mogą być przetwarzane w arkuszu kalkulacyjnym.	https://play.google.com/
Arkusze kalkulacyjny	Dowolny arkusz kalkulacyjny do gromadzenia danych, ich przetwarzania, tworzenia wykresów (na przykład do analizy wyników pomiaru czy tworzenia wykresów zależności fizycznych) oraz budowy modeli numerycznych.	- Np. arkusz z pakietu Open Office, narzędzi Google'a czy arkusz z pakietu Microsoft Office - Interaktywna ilustracja graficzna toru cząstki – arkusz kalkulacyjny (do pobrania ze strony http://www.if.pw.edu.pl/~wosinska/am2/w11/segment2/main.htm)

Programy do modelowania matematycznego	Coach 6 (płatny) Insight (płatny) Vensim (wersja edukacyjna bezpłatna) Modellus (bezpłatny)	http://cma-science.nl http://insightresources.co.uk http://vensim.com/ http://modellus.co
Astro Academy	Filmy nagrane na międzynarodowej stacji kosmicznej (ISS) i materiały dydaktyczne (w języku angielskim), opracowane w ramach projektu Astro Academy	http://astroacademy.org.uk/resources/circular-motion/ http://astroacademy.org.uk/resources/gravity/
Filmy edukacyjne YouTube	Filmy ilustrujące przebieg lub schematy wybranych doświadczeń, instruktaż ich wykonania, wykłady powtórzeniowe	Na przykład: - Klatka Faradaya - http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=bZwID-Z0zmE - Metoda Fizeau pomiaru prędkości światła- https://www.youtube.com/watch?v=jMTWxxMPYXs - Metoda Michelsona pomiaru prędkości światła https://www.youtube.com/watch?v=Dkkk12bljxY - Pomiar prędkości światła przy pomocy mikrofalówki i czekolady - https://www.youtube.com/watch?v=e0tYNDEIsI
e-Doświadczenia w fizyce	Wirtualne doświadczenia fizyczne, opracowane w ramach międzynarodowego projektu „e-Doświadczenia w fizyce”, tzw. e-Doświadczenia.	http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e_doswiadczenia-pl
Animacje, ćwiczenia uczniowskie z podręcznika eFizyka	eFizyka - Multimedialny podręcznik fizyki dla szkół ponadgimnazjalnych, tom. II i III Na przykład: Doświadczenie „Galileusz” – wyznaczanie przyspieszenia, ocena niepewności pomiarowych - Multimedialny podręcznik e-Fizyka” tom II, doświadczenie 1.6;	https://ilf.fizyka.pw.edu.pl/podrecznik/ http://ilf.fizyka.pw.edu.pl/podrecznik/2/1/6
Portale NASA, ESA	Strony internetowe zawierające najnowsze doniesienia astronomiczne oraz fotografie obiektów we Wszechświecie – np. strona NASA czy ESA	https://www.nasa.gov/ http://www.esa.int/spaceinimages/Images

Materiały metodyczne dla nauczycieli	Moduły dydaktyczne, opracowane w ramach międzynarodowego projektu ICT for IST zawierające komentarze metodyczne dla nauczyciela i opisy ćwiczeń dla ucznia dotyczących pomiarów wspomaganych komputerowo, wideopomiarów oraz modelowania i symulacji.	http://ictforist.oeiizk.waw.pl Ruch i siły http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Motion%20Module_PL.pdf Skoki na bungee http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Bungee%20Jumping%20Module_PL.pdf Stygnięcie i zmiany stanu skupienia http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Cooling%20and%20Change%20of%20State%20Module_PL.pdf Elektryczność – pojęcia i obwody http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Electricity%20Module_PL.pdf Dyfrakcja - http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Diffraction%20PL.pdf Moduły Drgania – wprowadzenie do Coach 6, Insight i Vensim (jest bezpłatna wersja dla celów edukacyjnych) - http://ictforist.oeiizk.waw.pl/index.php?a=129
Ćwiczenia uczniowskie i materiały metodyczne dla nauczycieli	Doświadczenia i materiały metodyczne opisane na polskiej stronie projektu Hands-On-Universe: „Domowy spektroskop”, „Różne źródła światła mają różne widma”, „Proste modele silnika elektrycznego”	http://www.pl.eu-hou.net/index.php/wiczenia-mainmenu-13
Portal SCIENTIX	Ogromny wybór materiałów dydaktycznych i ćwiczeń uczniowskich, opracowanych w ramach różnych projektów edukacyjnych.	http://scientix.eu
Quizy edukacyjne	Portale internetowe do tworzenia quizów edukacyjnych przez nauczyciela i uczniów; zawierają bogatą bazę quizów udostępnionych przez autorów; polecane do utrwalenia materiału, podsumowania lekcji, umożliwiają szybką ocenę postępów uczniów.	http://getkahoot.com https://quizlet.com/pl https://quizizz.com/ https://learningapps.org/

VI. Procedury osiągania szczegółowych celów edukacyjnych

Niniejszy program, łączący nauczanie fizyki z problematyką badań kosmicznych i astronomii, ma na celu zwiększenie zainteresowania uczniów fizyką. Można to osiągnąć poprzez stosowanie aktywnych metod pracy z uczniem oraz nowoczesnych metod i środków dydaktycznych. W programie tym zaproponowano wiele doświadczeń uczniowskich i pokazów (w tym obowiązkowe doświadczenia wymienione w wymaganiach doświadczalnych podstawy programowej) oraz ciekawych ćwiczeń z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej. Odpowiednio dobrane, polecane narzędzia TIK, które opisano w rozdziale V, ułatwią uczniom rozumienie zjawisk i praw fizycznych oraz uatrakcyjnią proces nauczania. Zwiększy to zaangażowanie uczniów i ich zainteresowanie przedmiotem. Nauczyciel powinien pełnić rolę przewodnika i doradcy, który kieruje procesem dydaktycznym, inspirowanie i pobudza kreatywność uczniów, zachęcając ich do twórczego rozwiązywania problemów.

Fizyka w zakresie rozszerzonym jest kontynuacją i znacznym rozszerzeniem programu nauczania fizyki na III etapie edukacyjnym (w gimnazjum) i IV etapie edukacyjnym w zakresie podstawowym. Do osiągnięcia szczegółowych celów edukacyjnych wymagana jest znajomość zjawisk i praw fizycznych, poznanych przez uczniów w toku wcześniejszej nauki. Konieczna jest taka organizacja procesu dydaktycznego, aby znaleźć czas na powtórzenie niezbędnych treści. Pomoże w tym praca w grupach metodą projektów, znana uczniom chociażby z realizacji obowiązkowych projektów gimnazjalnych. Współpraca uczniów przy realizacji wspólnych zadań wyzwala ich kreatywność, motywuje do działania, a także pozwala uczyć się od siebie wzajemnie.

Proponowane metody i środki realizacji celów edukacyjnych:

- **Doświadczenia uczniowskie, pokazy**

Doświadczenia są podstawowym elementem nauczania fizyki i innych przedmiotów przyrodniczych. W podstawie programowej fizyki dla IV etapu edukacyjnego w zakresie rozszerzonym zamieszczono wykaz obowiązkowych doświadczeń uczniowskich. „Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników” jest jednym z celów ogólnych nauczania fizyki. W niniejszym programie zaproponowano wiele doświadczeń uczniowskich i/lub pokazów wykonywanych przez nauczyciela lub uczniów przy realizacji wszystkich treści nauczania, które umożliwiają eksperymentowanie. Zgodnie z wymaganiami przekrojowymi przy opracowywaniu wyników pomiarów należy uwzględnić niepewności pomiarowe oraz interpolację i dopasowanie prostej do wykresu danych pomiarowych oraz ocenić trafność tego postępowania. Zaproponowano też prowadzenie doświadczeń wspomaganym komputerowo, z wykorzystaniem czujników cyfrowych (np. rejestracja ruchu za pomocą ultradźwiękowego czujnika ruchu, badanie przemian gazowych z czujnikami temperatury i ciśnienia, sporządzanie charakterystyk prądowo-napięciowych z czujnikami napięcia i natężenia prądu, pomiar indukcji magnetycznej). Wymaga to wyposażenia pracowni fizycznej w zestawy pomiarowe i odpowiednie czujniki. W niektórych doświadczeniach można wykorzystać bezpłatne aplikacje pomiarowe na urządzenia mobilne.

- **Filmowanie ruchu ciał i wideopomiary**

Filmowanie ruchu poruszających się ciał (np. za pomocą kamery w tablecie lub smartfonie) może odbywać się poza szkolnym laboratorium, np. na boisku szkolnym podczas zajęć wychowania fizycznego czy wakacji. Pozwala na obserwację i analizę ruchu rzeczywistych obiektów, nabór danych w postaci cyfrowej (współrzędne położenia wybranego punktu w czasie), ich przetwarzanie i analizę. Do stosowania tej metody badania ruchu, zwanej wideopomiarami lub pomiarami na obrazach wideo, służy bezpłatny program *Tracker* lub aplikacja na urządzenia przenośne *VidAnalysis Free*. Można też zastosować inne programy edukacyjne na przykład *Coach 6* (płatny), który zawiera moduł Wideopomiary i wiele gotowych ćwiczeń z filmami i zadaniami dla ucznia (np. ćwiczenie z filmem Skok na Księżycu pozwala wyznaczyć przyspieszenie grawitacyjne na Księżycu).

- **Modelowanie**

„Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk” jest jednym z celów kształcenia fizyki na IV etapie edukacyjnym w zakresie rozszerzonym. Budowa modelu matematycznego opisującego wybrane zjawisko fizyczne pozwala na generowanie danych w postaci cyfrowej, prowadzenie symulacji przy zmianie parametrów modelu oraz porównanie wyników modelowania z wynikami przeprowadzonych doświadczeń. Opis matematyczny niektórych zjawisk wymaga rozwiązywania równań ruchu, wykraczających poza zakres szkolnej matematyki. Budowa modelu numerycznego oparta na znanych algorytmach jest możliwa do realizacji na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej. Może to być zadanie wykonane na lekcji informatyki w arkuszu kalkulacyjnym lub specjalnych programach do modelowania (np. *Coach 6*, *Insight*, *Vensim*, *Modellus*) czy programowania np. (C++). W modułach dydaktycznych projektu ICT for IST omówiono wprowadzenie do modelowania w środowisku *Coach 6*, *Insight* i *Vensim* na przykładzie ruchu drgającego.

- **Interaktywne symulacje zjawisk i doświadczeń**

Większości doświadczeń z fizyki atomowej i jądrowej nie da się przeprowadzić w warunkach szkolnych. Z pomocą służą interaktywne symulacje, pozwalające na „badanie” zjawisk fizycznych poprzez obserwację zachowania się układu podczas zmiany różnych parametrów. Zaleca się stosowanie interaktywnych symulacji PhET Uniwersytetu w Colorado, które angażują uczniów do uczenia się przez badanie i odkrywanie. Symulacje te zostały oparte na wielu badaniach edukacyjnych i są stosowane w nauczaniu fizyki w wielu krajach.

- **E-doświadczenia**

Wirtualne doświadczenia fizyczne, wspierające nauczanie fizyki na poziomie ponadgimnazjalnym, opracowane w ramach projektu „e-Doświadczenia w fizyce”. Wymagają wprowadzenia uczniów w środowisko, dają możliwość budowy układu, prowadzenia pomiarów i ich analizy. Polecane dla zdolnych uczniów, zainteresowanych fizyką.

- **Gry dydaktyczne, quizy**

Polecane do utrwalania wiadomości na podsumowanie zajęć, lekcje powtórzeniowe. Wprowadzenie elementu rywalizacji angażuje i motywuje uczniów. Mogą być przygotowane przez nauczyciela lub uczniów.

- **Praca z tekstem popularno-naukowym**

„Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych)” jest jednym z celów ogólnych nauczania fizyki. Można wykorzystać artykuły z czasopism popularno-naukowych (np. „Wiedzy i życia”) lub portale edukacyjne. Analiza przeczytanych tekstów może być punktem wyjścia do dyskusji, debat klasowych, podczas których uczniowie mają możliwość formułowania i uzasadniania własnych opinii.

- **Praca w grupach metodą projektów**

Wykaz proponowanych projektów edukacyjnych został umieszczony w Aneksie 1 do niniejszego programu nauczania. Łączą one treści edukacyjne z różnych działów fizyki z tematyką kosmosu, a także z innych przedmiotów. Nauczyciel może wybrać projekty i zdecydować, w jaki sposób włączyć je do zajęć edukacyjnych. Uczniowie mogą pracować w grupach nad wykonaniem jakiegoś zadania podczas planowych lekcji fizyki. Możliwe jest też wykonywanie długofalowych projektów, których wyniki będą prezentowane na forum klasy lub szkoły. Nauczyciel kieruje pracą uczniów, pełni rolę doradcy, przewodnika, a uczniowie są odpowiedzialni za realizację powierzonych im zadań. Ciekawa tematyka projektu i stosowanie nowoczesnych środków dydaktycznych może zachęcić uczniów do dalszego rozwijania zainteresowań przyrodniczych oraz wyboru studiów technicznych czy przyrodniczych.

- **Rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych**

Większość uczniów, którzy wybrali fizykę na poziomie rozszerzonym, będzie zdawać fizykę na egzaminie maturalnym. Ćwiczenie umiejętności rozwiązywania zadań jest zatem koniecznym elementem lekcji fizyki. Zgodnie z wymaganiami przekrojowymi dla poziomu rozszerzonego uczeń przeprowadza złożone obliczenia liczbowe (posługując się kalkulatorem), szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie oceniając jego realność. Stosuje podstawowe zasady niepewności pomiaru oraz samodzielnie wykonuje wykresy.

- **Wykład**

Celowo wymieniony na końcu jako podająca metoda nauczania, która nie aktywizuje uczniów, ale nie da jej się całkiem pominąć.

Ważnym elementem nauczania jest korelacja przedmiotowa i współpraca nauczycieli różnych przedmiotów. W przypadku fizyki należy zadbać o korelację z programem nauczania matematyki. Zaleca się też współpracę z nauczycielami informatyki, przedmiotów przyrodniczych (biologii, chemii, geografii) i języków obcych na przykład przy planowaniu i realizacji interdyscyplinarnych projektów edukacyjnych. Można zaplanować wspólną sesję naukową czy szkolny festiwal nauki. Nauczyciel informatyki może pomóc uczniom przy budowaniu modeli numerycznych zjawisk fizycznych, stosowaniu oprogramowania dydaktycznego i innych narzędzi technologii informacyjno-komunikacyjnych, wspomagających nauczanie i uczenie się fizyki oraz współpracę uczniów przy realizacji projektów edukacyjnych. Nauczyciele języków obcych mogą wykorzystać teksty popularno-naukowe na swoich zajęciach pomagając uczniom w korzystaniu z wartościowych materiałów dydaktycznych, dostępnych na obcojęzycznych portalach edukacyjnych.

VII. Kryteria oceny i metody sprawdzania osiągnięć ucznia

W nauczaniu fizyki w zakresie rozszerzonym nauczyciel oceniający uczniów powinien uwzględnić wymagania ogólne i szczegółowe, a w szczególności wymagania przekrojowe i doświadczalne. Kryteria oceny powinny też brać pod uwagę indywidualne cechy każdego ucznia. Wychodząc z tego założenia proponuje się stosowanie następujących kryteriów oceny w zakresie wiadomości i umiejętności:

- Znajomość treści nauczania;
- Posługiwanie się poprawną terminologią, znajomość wielkości fizycznych i jednostek;
- Umiejętność poprawnego opisu i interpretacji zjawisk fizycznych;
- Umiejętność dostrzegania zjawisk fizycznych w otaczającej rzeczywistości;
- Umiejętność planowania i wykonywania doświadczeń fizycznych;
- Umiejętność prezentacji danych w postaci wykresu z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, omawiania przebiegu zjawiska na podstawie wykresu;
- Umiejętność wykonywania złożonych obliczeń liczbowych, szacowania spodziewanego wyniku oraz przeliczania jednostek;
- Zastosowanie TIK do pomiarów, modelowania i symulacji zjawisk fizycznych;
- Aktywność ucznia: udział w pracach grupowych i dyskusjach;
- Umiejętność współpracy w grupie podczas realizacji projektów;
- Kreatywność i samodzielność podczas wykonywania prac indywidualnych, selekcji i krytycznej oceny informacji podczas analizy tekstów popularno-naukowych.

Do oceniania i monitorowania postępów i osiągnięć uczniów nauczyciel może stosować różne formy:

- Odpowiedzi ustne uczniów, aktywność i udział w dyskusji na lekcji;
- Interaktywne testy i quizy na zakończenie lub rozpoczęcie lekcji;
- Rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych na lekcji lub w ramach pracy domowej;
- Przygotowanie przez ucznia interaktywnych testów i quizów, podsumowujących określoną tematykę;
- Przygotowanie przez ucznia pokazu doświadczeń, prezentację i prowadzenie interaktywnej symulacji;
- Udział ucznia w realizacji zadań grupowych;
- Sprawozdania pisemne, zawierające opis i opracowanie wyników doświadczeń klasowych lub wykonanych przez ucznia w domu;
- Inne prace domowe;
- Krótkie 10-minutowe sprawdziany pisemne z ostatniej lekcji (tzw. kartkówki);
- Pisemne prace klasowe po zakończeniu każdego modułu;

- Osiągnięcia ucznia w konkursach i olimpiadach (fizycznej, astronomicznej, technicznej).

Przy ustalaniu oceny bierze się pod uwagę wkład pracy ucznia, jego zdolności i predyspozycje w zakresie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych.

Szczegółowe kryteria oceniania na poszczególne oceny nauczyciel ustala przy współpracy z członkami zespołu przedmiotowego i stanowią one część Wewnątrzszkolnego Systemu Oceniania (WSO) szkoły.

VIII. Przykładowy rozkład godzin

W tabelach opisujących szczegółowe treści nauczania (rozdział IV) podano proponowane tematy lekcji w ramach 11 modułów i liczbę godzin przeznaczonych na realizację treści.

Przy założeniu proponowanego tygodniowego wymiaru godzin (5 godzin tygodniowo w klasie drugiej liceum ogólnokształcącego lub klasie trzeciej technikum oraz 4 godziny tygodniowo w klasie trzeciej liceum lub czwartej technikum) nauczyciel ma do dyspozycji łącznie 240 godzin fizyki (150 + 90).

W pierwszym roku nauki proponuje się realizację pierwszych ośmiu modułów tematycznych:

Moduł 1. Ruch punktu materialnego – 22 h

- Ruch i jego względność - 1 h
- Ruch jednostajnie zmienny – 3 h
- Zasady dynamiki Newtona – 3 h
- Ruch ciał po równi pochyłej – 2 h
- Modelowanie i symulacja ruchu – 2 h
- Zasada zachowania pędu – 2 h
- Zapnij pasy – 2 h
- Rzut poziomy – 2 h
- Ruch jednostajny po okręgu – 2 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Moduł 2. Energia mechaniczna – 6 h

- Praca a energia mechaniczna – 3 h
- Moc i jej jednostki – 1 h
- Zderzenia sprężyste i niesprężyste – 2 h

Moduł 3. Mechanika brył sztywnej – 14 h

- Bryła sztywna – 1 h
- Równowaga bryły sztywnej – 2h
- Ruch obrotowy bryły sztywnej – 3 h
- Zasada zachowania momentu pędu – 1 h
- Energia kinetyczna ruchu obrotowego – 3 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie - 4h

Moduł 4. Grawitacja – 14 h

- Prawo powszechnego ciążenia – 1 h
- Opis pola grawitacyjnego – 3 h
- Przyspieszenie grawitacyjne – 2 h
- Praca w polu grawitacyjnym, energia potencjalna – 2 h
- Ruch planet i satelitów – 3 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Moduł 5. Termodynamika – 16 h

- Model gazu doskonałego – 2 h
- Przemiany gazowe – 3 h
- Interpretacja energetyczna przemian gazowych – 2 h
- Silniki cieplne – 2 h
- Przemiany fazowe – 3 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 4 h

Moduł 6. Drgania i fale mechaniczne – 18 h

- Drgania wokół nas – 1 h
- Oscylator harmoniczny – 2 h
- Wahadło matematyczne – 2 h
- Przemiany energii w ruchu drgającym – 2 h
- Rezonans mechaniczny – 1 h
- Płaska fala harmoniczna – 1 h
- Dyfrakcja i interferencja fal – 1 h
- Fale stojące – 1 h
- W świecie dźwięków – 3 h
- Efekt Dopplera – 1 h

- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Moduł 7. Pole elektryczne – 12 h

- Prawo Coulomba – 1 h
- Opis pola elektrycznego – 3 h
- Przewodnik w polu elektrycznym – 1 h
- Kondensator i jego energia – 3 h
- Ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym – 2 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 4 h

Moduł 8. Prąd stały – 12 h

- Źródła prądu stałego – 1 h
- Badanie zależności $I(U)$ dla opornika, żarówki i diody – 2 h
- Od czego zależy opór elektryczny przewodnika? – 1 h
- Obwody prądu stałego – 3 h
- Praca i moc prądu – 2 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Razem na realizację modułów 1 – 8 przewidziano 116 godzin. Pozostałe godziny 34 godziny można przeznaczyć na realizację projektów interdyscyplinarnych oraz powtórzenie i utrwalenie wiadomości poprzez rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych.

W ostatnim roku nauki w szkole ponadgimnazjalnej zaplanowano realizację pozostałych modułów (9 -11) :

Moduł 9. Magnetyzm, indukcja elektromagnetyczna – 22 h

- Źródła pola magnetycznego – 1 h
- Wektor indukcji magnetycznej – 3 h
- Substancja w polu magnetycznym – 1 h
- Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym – 2 h
- Badanie siły elektrodynamicznej – 2 h
- Silnik elektryczny prądu stałego – 1 h
- Zjawisko indukcji elektromagnetycznej – 2 h
- Prąd przemienny – 3 h
- Transformator i jego zastosowanie – 1 h
- Cewka w obwodzie prądu przemiennego – 2 h

- Prostowanie prądu przemiennego – 1 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Moduł 10. Fale elektromagnetyczne, optyka – 14 h

- Fale elektromagnetyczne – 1 h
- Prędkość światła – 1 h
- Dyfrakcja i interferencja światła – 2 h
- Polaryzacja światła – 1 h
- Odbicie i załamanie światła – 3 h
- Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek – 3 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Moduł 11. Fizyka atomowa – 14 h

- Kwantowy model światła – 1 h
- Fotoefekt i jego zastosowanie – 4 h
- Emisja i absorpcja promieniowania – 2 h
- Promieniowanie rentgenowskie – 3 h
- Fale materii – 1 h
- Powtórzenie, praca klasowa i jej omówienie – 3 h

Razem na realizację modułów 9 -11 przewidziano 50 godzin. Pozostałe 40 godzin można przeznaczyć na realizację projektów interdyscyplinarnych oraz powtórzenie i utrwalenie wiadomości poprzez rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych.

Aneks 1. Wykaz projektów

Tytuł projektu	Krótki opis, zakres tematyczny z fizyki	Propozycja realizacji (nr modułu i tematu, temat - np. 10.1 to moduł 10, lekcja 1)	Nawiązanie do innych dziedzin
Oblicza grawitacji	Rola grawitacji i zasad dynamiki Newtona w planowaniu misji kosmicznych i satelitarnych	4.7 - 8. Praca w polu grawitacyjnym. Energia potencjalna 4.9 -11. Ruch planet i satelitów	Biologia, geografia, matematyka, informatyka
Panta rhei	Wykorzystanie zjawiska odbicia i emisji fal elektromagnetycznych w monitoringu roślinności	10.1. Fale elektromagnetyczne	Biologia, geografia, matematyka, informatyka, filozofia
Guzy na globusie	Pomiar przyspieszenia grawitacyjnego w różnych miejscach Ziemi na podstawie danych z misji satelitarnych	4.2- 4. Opis pola grawitacyjnego 4.5 - 6. Przyspieszenie grawitacyjne	Geografia, matematyka
Czy obiekt się oddala?	Czy ruch obiektu w kosmosie względem Ziemi ma wpływ na to, jakim go widzimy? (Efekt Dopplera, prawo Hubble'a, rozszerzanie się Wszechświata)	6.15. Efekt Dopplera	Astronomia, matematyka, informatyka
Od śrubki... do szkolnej stacji na Marsie	Kinematyka i magnetyzm. Badanie i analiza ruchu; pomiary pola magnetycznego na powierzchni Marsa	1.2 – 4. Ruch jednostajnie zmienny, 1.5 – 7. Zasady dynamiki Newtona 9.2 – 4. Wektor indukcji magnetycznej	Robotyka, statystyka, media, informatyka
Wielki zderzacz hadronów	Największy eksperyment świata. Magnetyzm	9.7 – 8. Ruch cząstki w polu magnetycznym	Nauki społeczne, statystyka, dziennikarstwo, media, informatyka
Kolory Ziemi	Obserwacje Ziemi, satelity geostacjonarne, praktyczne wykorzystanie promieniowania	4.9 -11. Ruch planet i satelitów 10.1. Fale elektromagnetyczne	Geografia, matematyka, biologia, informatyka

	elektromagnetycznego na przykładzie zdjęć satelitarnych Ziemi		
Lądowanie na obcej planecie	Grawitacja, przyspieszenie grawitacyjne, swobodny spadek	4.5 - 6. Przyspieszenie grawitacyjne 1.5 - 7. Zasady dynamiki Newtona	Technologia informacyjna, język angielski, wiedza o społeczeństwie
Zegary	Różne oscylatory harmoniczne i inne układy pozwalające mierzyć czas.	6.1. Drgania wokół nas 6.2 - 3. Oscylator harmoniczny 6.4 -5. Wahadło matematyczne	Matematyka, Informatyka, Biologia, Geografia
Przemiany	Przemiany termodynamiczne: izobaryczna, izotermiczna i izochoryczna w doświadczeniach	5.3 - 5. Przemiany gazowe	
Jaka będzie pogoda?	Praktyczne wykorzystanie satelitów meteorologicznych i zbieranych przez nie danych	4.9 -11. Ruch planet i satelitów	Geografia, informatyka
Wpływ siły grawitacji na organizmy roślinne i zwierzęce	Prawo powszechnego ciężenia, oddziaływanie siły grawitacji na organizmy roślinne i zwierzęce ze szczególnym uwzględnieniem człowieka	4.1. Prawo powszechnego ciężenia	Biologia, geografia, przyroda, informatyka
Od rzutu piłką po kosmiczne skoki	Analiza ruchu ciał w polu grawitacyjnym z uwzględnieniem oporu ośrodka, badanie rzutu pionowego w górę. Modelowanie ruchu spadającego ciała z uwzględnieniem oporu powietrza.	1.2 - 4. Ruch jednostajnie zmienny, 1.5 - 7. Zasady dynamiki Newtona 1.10 - 11. Modelowanie i symulacja ruchu 4.5 - 6. Przyspieszenie grawitacyjne	Informatyka, matematyka
Labirynt (nie)wiedzy	Powtórzenie materiału z dowolnego działu fizyki w atrakcyjnej dla ucznia formie. Gra planszowa polegająca na przejściu labiryntu.	Lekcje powtórzeniowe z każdego działu	Do wykorzystania na lekcjach różnych przedmiotów

Aneks 2. Akty prawne

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ

z dnia 21 czerwca 2012 r.

w sprawie dopuszczania do użytku w szkole programów wychowania przedszkolnego i programów nauczania oraz dopuszczania do użytku szkolnego podręczników

§ 4. 1. Program nauczania ogólnego obejmuje co najmniej jeden etap edukacyjny i dotyczy edukacji wczesnoszkolnej, przedmiotu, ścieżki edukacyjnej, bloku przedmiotowego lub ich części i może być dopuszczony do użytku w danej szkole, jeżeli:

- 1) stanowi opis sposobu realizacji celów kształcenia i zadań edukacyjnych ustalonych w podstawie programowej kształcenia ogólnego, określonej w przepisach w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół;
- 2) zawiera:
 - a) szczegółowe cele kształcenia i wychowania,
 - b) treści zgodne z treściami nauczania zawartymi w podstawie programowej kształcenia ogólnego,
 - c) sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania, z uwzględnieniem możliwości indywidualizacji pracy w zależności od potrzeb i możliwości uczniów oraz warunków, w jakich program będzie realizowany,
 - d) opis założonych osiągnięć ucznia, a w przypadku programu nauczania ogólnego uwzględniającego dotychczasową podstawę programową kształcenia ogólnego – opis założonych osiągnięć ucznia z uwzględnieniem standardów wymagań będących podstawą przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów, określonych w przepisach w sprawie standardów wymagań będących podstawą przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów,
 - e) propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia;
- 3) jest poprawny pod względem merytorycznym i dydaktycznym.

2. Przed dopuszczeniem programu nauczania ogólnego do użytku w danej szkole dyrektor szkoły może zasięgnąć opinii:

- 1) nauczyciela mianowanego lub dyplomowanego, posiadającego wykształcenie wyższe i kwalifikacje wymagane do prowadzenia zajęć edukacyjnych, dla których program jest przeznaczony, lub
- 2) konsultanta lub doradcy metodycznego, lub

3) zespołu nauczycielskiego, zespołu przedmiotowego lub innego zespołu problemowo-zadaniowego, o których mowa w przepisach w sprawie ramowych statutów publicznego przedszkola oraz publicznych szkół.

3. Opinia, o której mowa w ust. 2, zawiera w szczególności ocenę zgodności programu nauczania ogólnego z podstawą programową kształcenia ogólnego i dostosowania programu do potrzeb i możliwości uczniów, dla których jest przeznaczony.

**ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ**

z dnia 27 sierpnia 2012 r.

w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół

Załącznik nr 4

PODSTAWA PROGRAMOWA KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO DLA GIMNAZJÓW I SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH, KTÓRYCH UKOŃCZENIE UMOŻLIWIA UZYSKANIE ŚWIADECTWA DOJRZAŁOŚCI PO ZDANIU EGZAMINU MATURALNEGO

FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

(wybrane treści omówione w rozdziale III. Odniesienia do podstawy programowej kształcenia ogólnego)

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ

z dnia 7 lutego 2012 r.

w sprawie ramowych planów nauczania w szkołach publicznych

Załącznik nr 7

RAMOWY PLAN NAUCZANIA DLA LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO, W TYM LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO SPECJALNEGO DLA UCZNIÓW W NORMIE INTELEKTUALNEJ: NIEPEŁNOSPRAWNYCH, NIEDOSTOSOWANYCH SPOŁECZNIE ORAZ ZAGROŻONYCH NIEDOSTOSOWANIEM SPOŁECZNYM I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO Z ODDZIAŁAMI DWUJĘZYCZNYMI, W KTÓRYM JEST PROWADZONE KSZTAŁCENIE W KLASIE WSTĘPNEJ

W liceum ogólnokształcącym (IV etap edukacyjny) w trzyletnim okresie nauczania:

- minimalny wymiar godzin obowiązkowych zajęć edukacyjnych - fizyka 30 godz.

- fizyka w zakresie rozszerzonym - 240 godz. (dodatkowo oprócz obowiązkowego zakresu podstawowego)

Przedmioty w zakresie podstawowym, z wyjątkiem przedmiotów: język polski, język obcy nowożytny, język mniejszości narodowej, etnicznej lub język regionalny, matematyka i wychowanie fizyczne, są realizowane w klasie I.

Załącznik nr 8

RAMOWY PLAN NAUCZANIA DLA TECHNIKUM, W TYM TECHNIKUM SPECJALNEGO DLA UCZNIÓW W NORMIE INTELEKTUALNEJ: NIEPEŁNOSPRAWNYCH, NIEDOSTOSOWANYCH SPOŁECZNIE ORAZ ZAGROŻONYCH NIEDOSTOSOWANIEM SPOŁECZNYM

W technikum (IV etap edukacyjny) w czteroletnim okresie nauczania:

- minimalny wymiar godzin obowiązkowych zajęć edukacyjnych z fizyki wynosi 30 godz.
- fizyka w zakresie rozszerzonym - 240 godz. (dodatkowo oprócz obowiązkowego zakresu podstawowego)

Przedmioty w zakresie podstawowym, z wyjątkiem przedmiotów: język polski, język obcy nowożytny, język mniejszości narodowej, etnicznej lub język regionalny i matematyka, są realizowane w klasach I i II.

Uwaga

Najnowsze Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 marca 2017 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół (<http://dziennikustaw.gov.pl/du/2017/703/1>) wchodzi w życie z dniem 1 września 2017, ale przepisy tego rozporządzenia będą obowiązywać w szkołach ponadpodstawowych (czteroletnim liceum ogólnokształcącym, pięcioletnim technikum i branżowej szkole I stopnia dla uczniów będących absolwentami ośmioletniej szkoły podstawowej) od roku szkolnego 2019/2020.